

PRODUCTION OF MAGNESIUM OXIDE HAVING HIGH RESISTANCE TO HYDRATION AND HIGH FLUIDITY

Patent number: JP2212314
Publication date: 1990-08-23
Inventor: MIYATA SHIGEO others: 02
Applicant: KYOWA CHEM IND CO LTD
Classification:
- international: C01F5/08
- european:
Application number: JP19890031592 19890210
Priority number(s):

Also published as:

EP0384603 (A1)
US5039509 (A1)
EP0384603 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP2212314

PURPOSE: To obtain MgO having strong resistance to hydration and high fluidity useful for improvement of thermal conductivity of resin by synthesizing fine crystalline Mg(OH)₂ with high dispersibility from water-soluble Mg salt under specific conditions, spray drying the product, baking it at low temp. and pulverizing under the conditions to prevent crumbling of secondary particles.

CONSTITUTION: One equiv. of water-soluble Mg salt (e.g. MgCl₂) is mixed with ≤0.95 equiv., preferably 0.5-0.90 equiv. of alkali material such as NaOH in a water-base medium at <40 deg.C, preferably <30 deg.C to bring them into reaction. Then the production with the mother liquid is heated at about 50-120 deg.C under the atmospheric or higher pressure for about 0.5 - several hours to obtain fine crystalline Mg(OH)₂ (the mean diameter of secondary particle: ≤2μm, BET specific surface area: 15-60m²/g, normal diameter of flake-type crystal: 0.01-0.5μm, thickness: 0.01-0.1μm). These fine crystals are dried in a spray dryer to produce granules of 5-500μm secondary particle size, baked at 1100-1600 deg.C, preferably 1200-1400 deg.C for 0.5 - several hours, and then pulverized into the size of the granules produced by spray drying. Thus, MgO having strong resistance to hydration and high fluidity can be obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

⑫ 公開特許公報(A) 平2-212314

⑤ Int.Cl.³
C 01 F 5/08識別記号 庁内整理番号
6939-4G

⑬ 公開 平成2年(1990)8月23日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑭ 発明の名称 高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法

⑯ 特 願 平1-31592

⑰ 出 願 平1(1989)2月10日

⑱ 発 明 者 宮 田 茂 男 香川県高松市屋島西町251-1
 ⑱ 発 明 者 穴 吹 仁 香川県高松市川部町1389
 ⑱ 発 明 者 真 鍋 等 香川県木田郡三木町大字下高岡1834-1
 ⑲ 出 願 人 協和化学工業株式会社 香川県高松市屋島西町305番地
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小林 正明

明細書

1 発明の名称

高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法

2 特許請求の範囲

1 (A) 水溶性マグネシウム塩1当量に対しアルカリ性物質0.95当量以下を、水性媒体中において40℃以下の温度で反応させる工程、
 (B) 反応物を反応母液とともに、約50～120℃で加熱して水酸化マグネシウムを合成する工程、
 (C) 平均2次粒子径約5～500μmにスプレードライヤーで造粒乾燥する工程、
 (D) 該造粒物を約1100～1600℃で焼成する工程、
 (E) 該焼成物を(C)工程で得られた平均2次粒子径を実質的に破壊しない条件下で粉砕する工程

とからなることを特徴とする高耐水和性、高流動

性酸化マグネシウムの製造方法。

2 (B)工程で得られた水酸化マグネシウムのBET比表面積が15～60g/m²、平均2次粒子径が2μm以下、カルシウムが水酸化マグネシウムに対しCaO換算で0.1重量%以下である請求項1記載の酸化マグネシウムの製造方法。

3 (C)工程において、接着剤を約0.1～10重量%含有する水酸化マグネシウムを造粒乾燥する請求項1記載の酸化マグネシウムの製造方法。

4 請求項1で得られた酸化マグネシウムを、アルコキシシラン、アルコール、水および酸の混合液と接触処理後、500～900℃で焼成して、酸化マグネシウムの表面にケイ素の酸化物を形成させることを特徴とする高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法。

3 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法に関する。

さらに詳しくは、本発明は高融点（約2800℃）、高電気絶縁性、低誘電体損失、高透光性、高熱伝導性、無毒性、塩基性等の酸化マグネシウム本来の物性に、高耐水和性、高流動性を付加し、樹脂の熱伝導性改良剤、耐熱材料、電気絶縁材料、シーズヒータ充填剤、光学材料、研磨材等に有用な酸化マグネシウムの製造方法に関する。

〔従来の技術〕

酸化マグネシウムは軽焼焼成酸化マグネシウム（約600～900℃）と死焼焼成酸化マグネシウム（約1100～1500℃）とに分類される。前者は酸化マグネシウムの酸およびハロゲンとの中和に対する優れた化学的活性を利用するものであり、その代表的な用途としては例えばクロロブレン、ハイバロン等のハロゲン化ゴムの受酸剤がある。後者は酸化マグネシウムの優れた物理的性質、即ち高融点（約2800℃）、高温における高電気絶縁性、広い波長域に亘る透光性、高熱伝導性等を利用した耐熱容器、耐熱部品、断熱材、IC基板、レンズ、ナトリウムランプ容器、シーズヒ

ーター、樹脂等の充填材、研磨材等に用いられる。

しかし酸化マグネシウムは水または水蒸気により徐々に侵されて水酸化マグネシウムに変化（水和）し、上記した程々の優れた物理的性質が失われるという問題点があり、その利用範囲を狭めている。

この問題点を改良するため、特開昭第61-85474号公報は、1600℃以上溶融温度（2800℃）未満で焼成する方法を提案している。また特開昭第61-36119号公報は、水溶性マグネシウム塩を含む水溶液に、マグネシウム1当量に対し1～3.5当量のアンモニアを水酸化マグネシウムの懸濁存在下に反応させ、平均2次粒子径5～500 μ mの見掛け球形の凝集体からなる水酸化マグネシウムを合成し、これを1200～2000℃で焼成する方法を提案している。

特開昭第62-288114号公報および特開昭第63-45117号公報は、酸化マグネシウム微粉末を有機シリケート化合物で表面処理後熱処理して酸化マグネシウムの粒子表面にシリカの

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし1600℃以上酸化マグネシウムの溶融温度未満で焼成する方法では、焼成温度の割には酸化マグネシウムの結晶成長が悪く、しかも焼成により大きな塊となり、強度の粉砕を必要とするため、せっかく成長した酸化マグネシウムの単結晶が破壊され、結晶表面に種々の格子欠陥を生ずる。このため、満足できる耐水和性を示さず、同時に外形が不定形となり、流動性も悪く、樹脂への高充填を困難ならしめるという問題がある。

水溶性マグネシウム塩水溶液と所定量のアンモニアとを水酸化マグネシウムの懸濁存在下に反応させ、ついで1200～2000℃で焼成する方法により得られた酸化マグネシウムは、流動性と樹脂への充填性は、粉末品に比して改良されている。なお、粉末品とは、機械的粉砕で得られる平均粒子径約10～20 μ m以下の外形が不定形である粗い粒子（球形でない）である。しかし焼成前の水酸化マグネシウムが比較的大きな結晶であ

り、しかも鱗片状外形をしているため、焼結性は粉末水酸化マグネシウムの場合よりも改良されているが満足できるものではなく、また高温焼成を必要とする。また凝集体内部だけでなく凝集体同志が結合するため、強度の粉砕を必要とし、このためほぼ球形の元の2次凝集体も同時に破壊されるとともに、結晶表面の欠陥部分が増加し、その結果耐水和性が不十分であるという問題を有している。

酸化マグネシウム微粉末を有機シリケート化合物で表面処理後熱処理して酸化マグネシウムの粒子表面にシリカの被膜を形成させる方法は、酸化マグネシウムの表面をシリカで被膜するので、単位面積当たりの耐水和性は酸化マグネシウムそれ自体よりも改良された酸化マグネシウムを提供する。しかし、表面積が大きいため耐水和性が不十分であり、また表面積が約5～20 m^2/g と大きいことに起因して多くの有機シランが必要となるので、経済的でないことは勿論、酸化マグネシウムの優れた熱伝導性を低下させるという問題点

を有している。

本発明は、上記従来の技術が有していた課題を解決し、流動性が高く作業性に優れるとともに、十分な熱伝導性改良に必要な樹脂への高充填を可能ならしめる2次粒子径と嵩密度を有し、かつ高耐水和性の酸化マグネシウムを従来の方法よりもより低温焼成で製造する方法を提供する。

さらには上記高耐水和性酸化マグネシウムを有機シラン処理することにより、一層優れた耐水和性を有する酸化マグネシウムを製造する方法を提供する。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、

(A) 水溶性マグネシウム塩1当量に対しアルカリ性物質0.95当量以下を、水性媒体中において40℃以下の温度で反応させる工程、

(B) 反応物を反応母液とともに、約50～120℃で加熱して水酸化マグネシウムを合成する工程、

(C) 平均2次粒子径約5～500 μm にスブ

マグネシウムをまず製造し、ついで(D)および(E)工程からなる該造粒物の低温焼成、および該焼成物の該造粒物を実質的に破壊しない程度の粉砕を実施する各工程を経ることにより、高流動性、高充填性、高水和性を有する酸化マグネシウムが得られることを見だし完成されたものである。

上記(A)および(B)工程からなる高分散性微結晶水酸化マグネシウムの合成は、水溶性マグネシウム塩1当量に対しアルカリ性物質0.95当量以下特に好ましくは0.5～0.90当量を、40℃以下特に好ましくは30℃以下で混合して反応させ、その後反応物を反応母液とともに約50～120℃で常圧または加圧下に約0.5～数時間加熱させて行う。

得られる水酸化マグネシウムは、平均2次粒子径2 μm 以下、BET比表面積15～60 m^2/g 、板状結晶の直径約0.01～0.5 μm 、厚さ0.01～0.1 μm である高分散性の微結晶である。上記水酸化マグネシウムの合成条件を適宜選

リードライヤーで造粒乾燥する工程、

(D) 該造粒物を約1100～1600℃で焼成する工程、

(E) 該焼成物を(C)工程で得られた平均2次粒子径を実質的に破壊しない条件下で粉砕する工程

とからなる高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法を提供する。

さらに本発明は、上記の製造方法で得られた酸化マグネシウムを、アルコキシシラン、アルコール、水および酸の混合液と接触処理後、500～900℃で焼成して、酸化マグネシウムの表面にSiの酸化物を形成させることからなるさらに優れた高耐水和性酸化マグネシウムの製造方法を提供する。この酸化マグネシウムも高流動性、高充填性を有する。

本発明は、(A)および(B)工程からなる特殊な方法で合成した高分散性の微結晶水酸化マグネシウムを、(C)工程でスプレードライすることにより造粒乾燥した高流動性、高焼結性の酸化

マグネシウムとすることにより、特に好ましい水酸化マグネシウムとして平均2次粒子径1.0 μm 以下、BET比表面積20～40 m^2/g 、板状結晶の直径および厚さがそれぞれ0.05～0.3 μm 、0.02～0.06 μm である高分散性の微結晶を得ることもできる。

上記(A)工程で用いる水溶性マグネシウム塩としては、例えば塩化マグネシウム、硝酸マグネシウム、酢酸マグネシウム等の水溶性のマグネシウム塩を例示できる。アルカリ性物質としては、水酸化ナトリウム、水酸化カルシウム、水酸化カリウム、アンモニア等を例示できる。

アルカリ性物質の当量比と温度がそれぞれ0.95当量、40℃を超えると目的物質である高分散性、微結晶の水酸化マグネシウムは得られず、凝集性の強い、従って2次粒子径の大きな水酸化マグネシウムとなり、本発明の利点の1つである低温焼結性の酸化マグネシウムを得ることができない。また、加熱温度が120℃を超えると、水酸化マグネシウムの結晶が成長し過ぎて低温焼結

性と高流動性を損なうこととなる。

本発明の(C)工程であるスプレードライヤーによる造粒乾燥は、前記(B)工程で得られた水酸化マグネシウムの不純物を除くため水洗後、接着剤の存在下または非存在下に、造粒乾燥することにより、ほぼ球形の平均2次粒子径が約5~500 μ mの範囲の造粒物を任意に製造することができる。接着剤の添加は、造粒物の強度を増加するとともに、焼成時に造粒物同士の焼結を抑制する点で好ましい。得られた造粒物は、高流動性、高焼結性を有する水酸化マグネシウムからなる。使用する接着剤としては、例えば、ポリビニルアルコール、カルボキシメチルセルロース、ポリエチレンワックス、ポリアクリル酸、ポリ酢酸ビニル、スチレン-アクリル共重合体、アラビアゴム、ポリスチレン、アルギン酸ナトリウム等の有機接着剤を好ましい例として例示できる。

本発明の(D)工程である酸化マグネシウムの焼成工程は、約1100~1600℃で好ましくは約1200~1400℃で約0.5~数時間、大

(D)工程における低温焼成を経て粉砕することにより得られた酸化マグネシウムは、初めて上記(E)工程の粉砕処理において球形保持が可能ならしめられる。

本発明の(E)工程を経た酸化マグネシウムは、スプレー造粒物の内部だけで焼結が進行しており、粉砕が容易であり、高水準の耐水和性を示す。またこの酸化マグネシウムは、ほぼ球形に近く、2次粒子径が約5~500 μ m、好ましくは約10~50 μ mとすることもでき、高密度は約1g/cm³以上であるので、樹脂に対して十分な熱伝導性を付与するに必要な量を充填することができ、セラミック成形時の作業性にも優れている。焼成粉砕物内部の個々の単結晶の粒子径は約0.5~10 μ mであり、BET比表面積は1m²/g以下である。

この酸化マグネシウムにさらに高水準の耐水和性を付与するには、メチルアルコール、エチルアルコール等のアルコールと、メトキシシラン、エトキシシラン等のアルコキシシラン、少量の水お

特開平2-212314(4)

気、酸素、窒素等の雰囲気中でロータリーキルン、トンネル炉、マッフル炉等の焼成装置を用いて行う。焼成温度が上記範囲よりも低いと耐水和性が不十分となり、また上記範囲よりも高いと硬くなり過ぎて強度の粉砕が必要となり、造粒物の球形が損なわれて流動性が悪化し、耐水和性もそれ以下の温度の焼成物に比して殆ど向上しない。

本発明の(E)工程である焼成物の粉砕工程では、ボールミル、らいかい機等により、約数10分~数時間粉砕処理して本発明の(C)工程で得られた造粒物の大きさまで粉砕する。(E)工程では、(C)工程で得られた造粒物を実質的に破壊しない程度の時間粉砕を進める。該焼成物は焼成温度を適宜選択することにより、上記した粉砕手段を特に採用するまでもなく、例えば篩別機を通すだけで造粒物の大きさまで砕くこともできる。本発明の(A)~(D)工程を経た、即ち(B)工程で得られた高分散性、微結晶の水酸化マグネシウムを、(C)工程のスプレードライヤーで造粒乾燥後、

よび塩酸、硝酸、リン酸、硫酸等の酸との混合液に約100℃までの温度で前記(E)工程を経た酸化マグネシウムを混合して接触させ、ついで伊過等の手段により分離した酸化マグネシウムを約300~900℃好ましくは約500~800℃の温度で約0.1~数時間焼成処理する。

得られた酸化マグネシウムは、本発明の(E)工程で得られた粉砕焼成物の表面に露出した酸化マグネシウムの結晶表面をシリカまたはシリカと酸化マグネシウムの反応物により被覆するため、耐水和性はより一層向上する。

アルコキシシランによる表面被覆量はSiO₂換算で酸化マグネシウムに対し、約0.1~3重量%、好ましくは約0.2~2.0重量%である。

本発明によればアルコキシシランにより表面被覆される焼成粉砕物内部の個々の単結晶のBET比表面積は1m²/g以下であるから、酸化マグネシウム粉末をシリカ被覆する従来の技術と比較してより少量のシリカ量で高い耐水和性を達成できるとともに、必要なシリカ含有量を低減できる

ため、熱伝導性等の酸化マグネシウム本来の優れた物理的特徴を殆ど損なうことがない。

アルコールに共存させる少量の水と酸は、アルコキシシランの酸化マグネシウム表面との反応性を高める点で有用である。

以下本発明を実施例により、さらに詳細に説明する。

以下の実施例において、休止角（安息角）は小西製作所製FK型安息角測定器を用いて測定した。

実施例1

1.5モル/lの塩化マグネシウムと0.5モル/lの塩化カルシウムを含有するイオン苦汁20lを容量50lのステンレス製円筒形攪拌機付き反応槽に入れ、ジャケットで約25℃に調節した。約25℃、4.0モル/lの水酸化ナトリウム7.4l（塩化マグネシウムに対し0.8当量に相当する）を、攪拌しながら約5分間で全量加え、さらに約5分間攪拌した。その後攪拌しながら90℃まで昇温し、その温度で約2時間保持した。続いて減圧ろ過法により脱水水洗した。

の柔らかさであった。

焼成物をボールミルにより0.5～1時間粉碎処理してマイクロトラック法により測定した平均2次粒子径約2.2μmであり、走査型電子顕微鏡で観察するとほぼ真球の酸化マグネシウム結晶が緻密に詰まった酸化マグネシウム焼結体を得た（第3図、倍率1000倍）。

1150℃、1250℃および1400℃焼成物の物性を第1表に示す。

第1表

焼成温度	結晶 粒子径	BET 比表面積	見掛け 比重
℃	μm	m ² /g	g/ml
1150	2-3	0.5	1.1
1250	3-6	0.2	1.2
1400	6-10	0.1	1.5

得られた水酸化マグネシウムはBET比表面積2.2m²/g、マイクロトラック法で測定した平均2次粒子径0.53μm、Mg(OH)₂99.6重量%、CaO0.02重量%であった。

水洗した水酸化マグネシウムを再び水に分散させ、約20重量%のスラリーとし、水酸化マグネシウムに対し1重量%のポリエチレンワックスをエマルジョンにしてスラリーに加え、均一に混合後NIRDスプレードライヤーを用いて、アトマイザー方式により熱風入口温度約350～370℃、排風温度約100～110℃で造粒乾燥した。

該造粒物を走査型電子顕微鏡で観察すると、水酸化マグネシウムの外形はほぼ真球で、直径が約20～40μm、結晶は長さ0.1～0.2μm、厚さ0.02～0.04μm（第1図、倍率1750倍、第2図、倍率10,000倍）であった。

このスプレードライされた水酸化マグネシウムを、カンタル炉で1150℃、1250℃および1400℃でそれぞれ2時間焼成した。1150℃および1250℃の焼成物は、手で砕ける程度

第1表（続）

焼成温度 ℃	耐水と性 重量%	休止角	MgO含量 重量%
1150	6.4	44°	99.4
1250	5.1	44°	99.5
1400	3.6	44°	99.8

注：

- 1) 結晶粒子径：電子顕微鏡により測定
- 2) 見掛け比重：JIS-K6224により測定
- 3) 耐水と性：100℃の沸騰水中に5時間浸漬後の重量増加%を測定
- 4) 休止角：角度が小さい程流動性が高いことを示す。酸化マグネシウム粉末は約59°である。

実施例2

実施例1で得られた乾燥前の水酸化マグネシウムに、水酸化マグネシウムに対し2重量%のスチレンとアクリルとの共重合体を接着剤として添加

し、混合後N I R O社製のノズルタイプスプレードライヤーを用いて、ノズル径2.4mm、熱風入口温度400~420℃、排風温度150~170℃の条件で造粒乾燥した。得られた水酸化マグネシウムを光学顕微鏡で観察すると、約100~300 μ mの球形造粒物であった。

この水酸化マグネシウムを1250℃で3時間焼成した。焼成物は柔らかく、手でも砕ける状態であった。この焼成物をボールミルを用いて30分処理し、平均2次粒子径約200 μ mのほぼ真球の酸化マグネシウム焼結体を得た。

この焼結体の物性を第2表に示す。

第2表

	結晶	B E T	見掛け
焼成温度	粒子径	比表面積	比重
<u>℃</u>	<u>μ m</u>	<u>m² / g</u>	<u>g / ml</u>
1 2 5 0	3 - 5	0 . 1	1 . 3

焼成温度	耐水和性	休止角	M g O 含量
$^{\circ}C$	重量%		重量%
1250	4.5	34	99.6

実施例3

実施例1で得られた酸化マグネシウム100gを、テトラエトキシシラン3.5g、エチルアルコール250ml、水20mlおよび塩酸20mlの混合液に加え、約70℃で5分間十分攪拌し、尹過後、800℃で2時間加熱処理した。

得られたシラン処理酸化マグネシウムの物性を第3表に示す。

第3表

焼成温度	耐水和性	S i O ₂ 含量	M g O 含量
$^{\circ}C$	重量%	重量%	重量%
1150	0.87	0.74	99.0
1250	0.79	0.72	99.1
1400	0.36	0.71	99.2

比較例1

B E T比表面積40 m^2/g 、平均2次粒子径4.8 μ mの水酸化マグネシウム粉末を、カンタル炉により1400℃で2時間焼成後、ボールミルで約6時間粉砕した。この物の耐水和性は28重量%、休止角は59°であった。

この酸化マグネシウムを実施例2と同じ条件でシリカ処理した後の耐水和性は15.2重量%であった。

[発明の効果]

本発明によれば、高耐水和性の酸化マグネシウムが得られる酸化マグネシウムの製造方法が提供される。

さらに本発明によれば、高流動性の酸化マグネシウムが得られる酸化マグネシウムの製造方法が提供される。

本発明によれば、樹脂に熱伝導性を付与するに十分な量を高充填できる酸化マグネシウムの製造方法が提供される。

本発明によればさらに、ほぼ球形に近く、2次粒子径が約5~500 μ m、嵩密度が約1 g/cm^3 以上である酸化マグネシウムの製造方法が提供される。

4 図面の簡単な説明

第1図は実施例1で得られた水酸化マグネシウム造粒物の1750倍走査型電子顕微鏡写真、第2図は同じく10,000倍の走査型電子顕微鏡写真、第3図は実施例1で得られた酸化マグネシウムの1,000倍走査型電子顕微鏡写真を示す。

出願人 協和化学工業株式会社

代理人 弁理士 小林 正明

特開平2-212314(7)

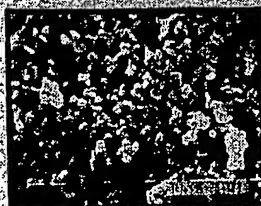
手続補正書 (方式)

平成1年6月/2 日

第 1 図



第 2 図



第 3 図



特許庁長官 殿

通

1. 事件の表示 平成1年特許願第31592号
2. 発明の名称 高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 香川県高松市屋島西町305番地
名 称 協和化学工業株式会社

4. 代 理 人 〒169

住 所 東京都新宿区高田馬場二丁目19番7号
タックイレブンビル1107
氏 名(8612)弁理士 小林 正明
電 話 209-689102

5. 補正命令の日付 平成1年5月30日(発送日)

6. 補正の対象 図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容 別紙のとおり

特許庁
1. 6. 13

古川 式 考

別紙

手続補正書

1. 本願明細書第22頁13行、第22頁15行および第22頁16行記載の「写真」を「写真(結晶の構造)」と訂正する。

以上

平成2年2月/6 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

特願平第1-31592号

2. 発明の名称

高耐水和性、高流動性酸化マグネシウムの製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

氏 名 協和化学工業株式会社

4. 代 理 人 〒169

住 所 東京都新宿区高田馬場二丁目19番7号
タックイレブンビル1107
氏 名(8612)弁理士 小林 正明
電 話 209-689102

5. 補正命令の日付 なし(自発)

6. 補正の対象

本願明細書の「発明の詳細な説明の欄」

7. 補正の内容

別紙のとおり

特許庁
2. 2. 6

古川 式 考

別紙

1. 本願明細書第8頁20行記載の「酸化」を「水酸化」と訂正する。
2. 同第9頁5行記載の「高水和性」を「高耐水和性」と訂正する。
3. 同第13頁5行記載の「(E)工程」を「(D)工程」と訂正する。
4. 同第13頁7～8行記載の「またこの酸化マグネシウムは」を「本発明の(E)工程を経た酸化マグネシウムは」と訂正する。
5. 同第13頁11行記載の「 cm^2 」を「 cm^3 」と訂正する。
6. 同第15頁15行記載の「40モル/lの水酸化ナトリウム7.4」を「4.0モル/lの水酸化ナトリウム12」と訂正する。
7. 同第16頁9行記載の「NIRD」を「NIRO」と訂正する。

以上